

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-210845

(43)公開日 平成5年(1993)8月20日

(51)Int. Cl.³

G11B 7/00
20/10
20/12

識別記号

庁内整理番号

H 9195-5D
C 7923-5D
7033-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 6(全 15 頁)

(21)出願番号 特願平4-183005

(22)出願日 平成4年(1992)7月15日

(31)優先権主張番号 758729

(32)優先日 1991年9月9日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390009631

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MASCHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州、
アーモンク(番地なし)

(72)発明者 ジョン・エドワード・クラコフスキ

アメリカ合衆国85715、アリゾナ州トゥー
ソン、イースト・ノウルウッド・ブレース
7541番地

(74)代理人 弁理士 頼宮 孝一(外4名)

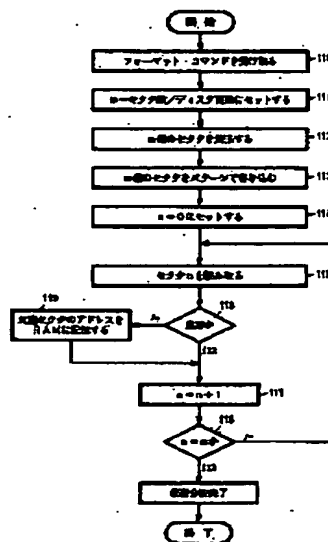
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ディスク・ドライブの一時的欠陥を含むセクタを再利用できるようにする方法および予備セクタの過剰な使用を確認する方法

(57)【要約】

【目的】 光記憶装置において、塵等による汚染による予備セクタの過剰消費を減出し、ディスク清掃後の良好セクタを回復すること。

【構成】 光ディスク上の欠陥セクタが、初期フォーマット中に識別され、このようなセクタは、後日に再利用できる可能性のあるセクタとして除去される。ディスクの使用中に欠陥があると識別されたセクタは、初期フォーマット時に欠陥が発見されたセクタとは別に、2次欠陥リスト(SDL)にリストされる。清掃作業の後にSDL内のセクタを表面分析して、現在良好であるかどうか判定する。さらに、初期に欠陥が発見されたセクタに隣接するSDL内の欠陥セクタが、再利用可能として除去できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】マイクロプロセッサと作業用メモリとを有するコントローラを含む光ディスク・ドライブ装置において、光ディスク欠陥のうち、ディスク自体の内部の欠陥に起因する可能性が最も高い欠陥を、座またはその類似物によって引き起こされる一時的欠陥から区別して、一時的欠陥を含むセクタを再利用できるようにする方法であって、

前記ドライブ装置への初期ディスク装入時に、前記ディスク上のすべてのユーザ域セクタをフォーマットし、欠陥が発見されたすべてのセクタのアドレスを、前記ディスク上に置かれた1次欠陥リスト(PDL)に記憶するステップと、

前記ディスクのその後の使用中に欠陥が発見されたすべてのセクタのアドレスを、前記ディスク上に置かれた2次欠陥リスト(SDL)に記憶するステップと、

予備セクタ消費量の閾値を設定するステップと、セクタ使用量を前記閾値と比較し、前記閾値を超える場合、ディスク清掃作業を要求するステップと、

清掃済みのディスクを前記ドライブに再挿入する際に、前記SDLを検査し、そこに含まれるすべてのセクタを再フォーマットして、それらが現在は再使用可能であるか否か判定するステップとを含む前記方法。

【請求項2】さらに、再使用可能として識別されたセクタについて、再使用可能セクタを使用可能な予備セクタ域に追加することによって再利用するステップを含む、請求項1の方法。

【請求項3】さらに、再使用可能として識別されたセクタについて、元々そのセクタ用に充てられていたデータを、そのデータが置かれている割り当てられた予備セクタから書き込み、この書き込みに成功した場合、前記SDLを更新し、前記の割り当てられた予備セクタを使用可能な予備セクタ域に追加することによって、各再使用可能セクタを再利用するステップを含む、請求項1の方法。

【請求項4】さらに、再使用可能として識別されたセクタについて、各再使用可能セクタを後で書き込み動作に使用できるようにユーザ域に復元し、書き込み成功した時、そのセクタを前記SDLから削除し、関連する予備セクタを使用可能な予備セクタ域に追加することによって、前記各再使用可能セクタを再利用するステップを含む、請求項1の方法。

【請求項5】前記PDLを検査して前記PDL内のセクタに隣接する前記SDL内のすべてのセクタを識別し、その後、前記隣接セクタが前記SDLから除去された修正済みSDLを前記作業用メモリ内で作成し、その後、前記修正済みSDL内のすべてのセクタを再フォーマットして、それらのセクタが現在は再使用可能であるかどうか判定することを特徴とする、請求項1の方法。

【請求項6】マイクロプロセッサと作業用メモリとを有

するコントローラを含む光ディスク・ドライブ装置において、

予備セクタ消費量の閾値を設定し、前記閾値を前記作業用メモリに記憶するステップと、

予備セクタ使用量を決定し、前記使用量を前記作業用メモリに記憶するステップと、

予備セクタ使用量を前記閾値と比較し、前記閾値を超える場合、ディスク清掃作業を要求するステップとを含む、予備セクタの過剰な使用を確認する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光記憶装置に関し、具体的には、座による汚染に起因する予備セクタの過剰消費の検出と、ディスク清掃後の良好セクタの回復に関するものである。

【0002】

【従来の技術】標準の光ディスクは、1面あたり数千の予備セクタを設けてフォーマットされる。予備セクタの目的は、媒体内の欠陥または媒体上の屑のためにデータの読み書きが不可能になった時、データを記録するための場所を提供することである。光ディスク技術においては、データ書き込み時にディスク上におかれるマークが1ミクロンの大きさに過ぎないので、小さな欠陥やディスク上の塵粒子が、データ読み書きの際にエラーを引き起こす可能性がある。

【0003】光ディスク内の欠陥には、一般に2つの種類がある。第1の種類は、ディスク自体の構造内にあり、第2の種類は、光ディスクの表面上の座汚染の結果である。光磁気(MO)ディスクは、他の多くの種類の媒体よりも、製造欠陥すなわちディスクの構造内の欠陥を生じやすい。これは、MOディスクが、テルビウム、鉄、コバルトなどの反応性材料を用いて製作されるからである。湿気や酸素が活性層に達する場合に、欠陥が生じ得る。このような欠陥は、製造工程の間に発生することもあるが、その後にディスクの使用中に発生することもある。

【0004】反応性材料内の欠陥は、時間が経つにつれて成長する傾向がある。MOディスク内の活性層は、酸素と湿気が浸透しないように設計された透明プラスチック材料で被覆される。しかし、酸素と湿気が活性層に達する場合には、欠陥が生じ、成長する可能性がある。その結果、当初から、あるセクタのデータの1ビットに影響を及ぼす欠陥が活性層内に存在する場合、ある期間経つと、その欠陥が成長して、そのセクタまたは隣接セクタ内のデータの他のビットにも影響を及ぼす可能性がある。

【0005】光ディスクのデータ読み書きに問題を引き起こす第2の種類欠陥は、座または屑に起因する汚染である。座の粒子がディスクの表面に付着し、その粒子が十分に大きい場合、レーザ・ビームは座粒子によって

被毀またはブロックされ、その結果、ディスクの特定の場所で読み書きができなくなる。塵粒子によって生じた欠陥は、一般に寸法は成長しないが、この欠陥は、時間の経過とともに塵粒子の移動につれて表面上を移動する可能性がある。

【0006】ディスクの欠陥の結果は、それが反応性材料内の欠陥であれ、塵によるものであれ、同じである。光ディスク・システムには、なにが欠陥の原因であるかは判らず、ただエラーが存在することだけが判る。エラーが存在すると、ディスクに書き込まれたデータの訂正が不可能になり、あるいはエラー訂正コードによるデータの訂正が困難になる。そのデータを予備域に移す必要が生じるかもしれない。塵によって問題が生じる場合は、予備域も塵によって汚染されている可能性があり、したがって、そのデータをさらに別の予備域に移す必要が生じるかもしれない。塵による汚染のために、予備域をすぐに使い切ってしまう可能性がある。

【0007】米国特許第4506362号明細書は、データ内のエラーが、エラー訂正コードを使って検出され訂正された場合に、そのデータが同じRAM記憶位置に書き戻されるという、ダイナミックRAMメモリに関するものである。同じエラーが繰り返される場合には、その装置内にハード・エラーが存在すると見なされる。ダイナミックRAMは、たとえばα粒子のRAMへの衝撃によるソフト・エラーを生じやすく、したがって、この技法は、ハード・エラーをソフト・エラーから区別するように設計されている。

【0008】米国特許第4916703号明細書も、RAM記憶装置のハード・エラーをソフト・エラーから区別することに関するものである。

【0009】米国特許第4216541号明細書は、データが周期的に読み取られ、エラーの検出と訂正が行われる、バブル・メモリのエラー回復技法に関するものである。一旦訂正されたデータは、符号化された後にメモリに書き戻される。

【0010】米国特許第4926408号明細書は、読取り用と書き込み用にそれぞれ1つずつ、2つのヘッドを含む光ディスク装置に関するものである。欠陥は、フォーマット動作の間に検出され、欠陥を含むセクタは、それ以降の全ての参照から除去される。

【0011】米国特許第4434487号明細書は、欠陥セクタが予備セクタで置き換えられる、大容量記憶ディスク内の3層欠陥管理システムに関するものである。

【0012】米国特許第4949326号明細書は、光ディスクに関し、欠陥セクタが予備セクタで置き換えられる、光ディスク用欠陥管理システムを教示するものである。

【0013】本発明者は、光ディスクの欠陥が2種類からなること、すなわち、反応性材料内の欠陥の結果であるか、あるいは汚染の結果生じた欠陥であることを認識

した。反応性材料内の欠陥は清掃によって取り除くことができないが、塵による欠陥はディスクの清掃によって除去することができる。

【0014】

【課題を解決するための手段】簡単に述べると、本発明は、塵によって生じたエラーを媒体内の欠陥によって生じたエラーから区別する機構を提供し、ディスク清掃後にセクタを再利用するための機構を提供するものである。これは、初期フォーマット中に発見されたすべての欠陥セクタを記録し、それらを再利用可能として除去することによって達成される。さらに、フォーマット後に、フォーマット時に欠陥が発見されたセクタに隣接するセクタ内で欠陥が発生した場合には、これらのセクタも、再利用可能として除去することができる。その後、その光ディスクの使用中に予備セクタ消費量の閾値に達した時、ある機構が、予備セクタが少なくなっていることをホストに通知し、ディスク清掃作業を求める要求が行われる。清掃の後に、潜在的に再利用可能と識別されたセクタを再フォーマットして、それらが現在使用可能か否かを判定する。再使用可能と識別されたセクタは、次の3つの方法のうちの1つに従って再利用される。

1) 再利用されるセクタを、追加の予備セクタとして定義する。2) 元々は再利用される区域に充てられるはずであったが予備域に書き込まれたデータを再利用域に移して、予備域を解放する。3) 再利用される区域を、将来書き込み動作ができるように、ユーザ域として復元する。

【0015】本発明の前記その他の目的、特徴および長所は、添付図面に示される。本発明の以下の具体的な説明から明らかになる。

【0016】

【実施例】図1は、周辺装置用、この場合ではバス12を介してホスト・プロセッサ11に接続された光ディスク・ドライブ23用のコントローラ10を示す図である。コントローラ10には、目標インターフェース論理ブロック13、光ディスク・コントローラ14およびマイクロプロセッサ15が含まれる。読取り専用メモリ(ROM)16とランダム・アクセス・メモリ(RAM)17が、マイクロプロセッサ15に結合されている。ラン・レンジス・リミテッド(RLL)回路18が、光ディスク・ドライブ23との間でデータをやり取りする。バッファ19が、データ用の記憶域を提供し、エラー訂正コード(ECC)論理回路20が、バッファ19に含まれるデータに対する訂正を行う。光ディスク24が、データのディスクへの書き込みおよびそこから読取りのため、光ディスク・ドライブ23に挿入される。

【0017】マイクロプロセッサ15は、このコントローラ用のシステム・マネージャである。これは、光ディスク・コントローラ14とドライブ・インターフェース2

5を制御する。これは、光ディスク・コントローラを介してコマンドを解釈し、ECC論理回路を監視する。光ディスク・コントローラ14は、ECCの符号化および復号化と、データ転送処理を制御する。ROM16は、マイクロプロセッサ15用のローカル制御記憶域を提供し、RAM17は、マイクロプロセッサ15に作業用記憶域を提供する。目標インターフェース論理ブロック13は、バス12を介してホスト・プロセッサからコマンドとデータを受け取る。

【0018】図2は、図1に示したコントローラによって制御されるディスク・ドライブ内で使用する光ディスクを示す図である。カートリッジ30は、ハブ32に取り付けられた光ディスク31を格納する。カートリッジ上のシャッター・ドア33は、光ディスク31が見えるように開位置で示されている。シャッター・ドア33が開位置にある時には、塵がディスクに達することはないが、読み書きヘッドが光ディスク31上のデータにアクセスするためにはカートリッジを開かねばならず、そうしている時には、塵がディスクの表面を汚染する可能性がある。

【0019】図3は、トラックとセクタを含む、光ディスク31の概略配置を示す図である。トラック0 T0は、光ディスク31の最内周トラックとして示され、ハブ32に近接する位置にある。トラックは、最内周位置から最外周トラックTnまで進む。トラックは、互いに同心円状にあってよいが、光ディスク技術では、連続した螺旋状のトラックを設けることが一般的である。ディスクは、論理的に、図3に示したセクタ0 S0、セクタ1 S1などのセクタに分割される。ディスクの周囲に延びて17個の同等なセクタを設けることが、一般的に実施されている。

【0020】図4および図5は、光ディスク31上のトラックとセクタの概略配置を示す図である。ディスク上で読み書きされるマークは、通常は約1ミクロンの大きさであり、マーク間の最小間隔は約1ミクロンである。通常は、各トラックの1セクタ内に数千個のマークがある。図4に、トラックT1上のセクタS2にある欠陥40と、トラックT2上のセクタS4にあるもう1つの欠陥41が図式的に示されている。これらの欠陥は、これらの位置への正確なデータの記憶と検索を妨げるに足る大きさになる可能性がある。その場合、これらのセクタ上のデータまたはこれらのセクタ向けのデータは、予備セクタに移される。

【0021】図5は、図4に類似しているが、時間が経過するにつれて2種類の欠陥がどうなるかを示す図である。欠陥40は、もはやトラック1、セクタ2には存在せず、トラック3、セクタ2に移動していることに留意されたい。欠陥40のような移動する欠陥は、ディスクの表面を移動する塵粒子によるものである。

【0022】T2、S4にある欠陥41は、図4では小

さな欠陥であり、初期フォーマットの時点ではデータの喪失を全く引き起こさないほどに小さいかもしれない。ところが、図5を参照すると、時間の経過に伴って欠陥41の寸法が増大して、隣接トラックT1およびT3のセクタS4で問題を引き起こすことが判る。欠陥41の成長は、ディスクの反応性層内の欠陥に典型的なものである。光ディスクは、大容量記憶に使用されるので、しばしば何年にもわたって使用されると予想される。このような長い時間の間には、欠陥41が成長する機会が多くなる。

【0023】本発明は、塵によって汚染されたセクタと、反応性欠陥の影響を受けるセクタを識別するように設計されている。この判定を行うために、ディスクを初めてドライブに挿入しフォーマットする時に、欠陥を記録する。フォーマット動作の間に、すべてのセクタを書き込んだ後読み取って、どのセクタに欠陥があるかをその最初のロードの時点で突き止めることができる。ディスクは、最初の使用の前は密閉されているので、これらの欠陥セクタは、塵によるものではなく反応性材料内の欠陥によるものであると仮定される。これらの欠陥は、数年にわたって成長するであろうと予想される。このような成長は、すべての方向に発生する。すなわち、ある欠陥が同一トラックに沿ってビット位置からビット位置へと広がり、また隣接トラック上のセクタへも広がる。

【0024】ディスクがかなりの期間にわたって使用されるので、欠陥セクタの数が増加する可能性があり、特定の閾値に達した時、ユーザにディスクを清掃するよう求める要求を行うことができる。ディスクをライブラリ内に導入する場合は、清掃を自動的に行うことができる。ディスクを清掃の後に試験して、初期フォーマットの時点で欠陥がなく、初期フォーマットの時点で欠陥があったセクタに隣接していないセクタが、現在も良好であるか否かを判定する。この試験は、このようなセクタを再フォーマットすることによって行う。

【0025】標準のディスク構造では、ディスク管理域(DMA)が4回複製され、そのうち2回はトラック0、1、2に、残り2回はトラックN-2、N-1、Nに複製される。ただし、Nは、ユーザ・ゾーンの最終トラックである。各DMAは、ディスク定義構造(DDS)を有する第1セクタと、1次欠陥リスト(PDL)および2次欠陥リスト(SDL)を含む区域を含む。DMAの第2セクタは、PDLの第1セクタである。PDLの長さは、その中のエントリの数によって決まる。SDLは、PDLの最終セクタの次のセクタから始まり、その長さもその中のエントリの数によって決まる。各DMA内のPDLとSDLの開始アドレスは、そのDMA用のDDS内にある。

【0026】フォーマット処理中に欠陥セクタが発見され、代替セクタが予備セクタのリストから割り当てられる。欠陥セクタと置換セクタのアドレスは、DMA構造

10

20

30

40

50

のPDL区域内に、セクタ・アドレスの昇順に記憶される。ディスクの最初のフォーマットの時には、カートリッジが密閉されており、したがって塵の堆積がないものと仮定する。

【0027】使用中に遭遇した欠陥セクタ位置のアドレスが、そのそれぞれに関連する置換セクタのアドレスと共に、DMA構造内のSDL域に記憶される。この欠陥セクタのデータは、この場合もセクタ・アドレスの昇順に記憶される。

【0028】初期フォーマット時に発見されたエラーと物理的に関連しない区域でフォーマット時の後に発生した新しいエラーは、潜在的に塵粒子によって生じたエラーである。

【0029】ディスクをドライブに装入する時、DMA構造がRAMにロードされる。この瞬間に、コントローラは、欠陥セクタをカウントできる。閾値分の予備セクタが使い果された時、たとえば予備セクタの70%が使用済みになった時、エラー・メッセージが生成され、ホストに送られる。その後、ホストは、"感知要求(Request Sense)"コマンドをドライブに送り、その感知データが、使用された予備セクタの割合を示す。そのドライブで、大多数のエラーがフォーマット時に発見されたエラーと物理的に関連していないと認められた場合は、塵が問題であると結論することができ、ディスクを清掃するよう求める要求を発行できる。

【0030】ディスクを、清掃の後にドライブに挿入して、前に不良セクタとして検出されたセクタのうちで現在は良好なものがあるか否かを判定する。これは、ホストに、"再利用欠陥セクタ(Reclaimed Defective Sector)"ビットをオンにした"フォーマット(Format)"コマンドをドライブへ送らせることによって達成される。フォーマット時に欠陥がなく、フォーマット時に欠陥があったセクタに隣接していなかったセクタだけが、再フォーマットされる。再フォーマットと表面分析の実行の後に、現在良好であるセクタが再利用される。

【0031】セクタを再利用する技法は3つある。第1の技法は、再利用されるセクタを新しい予備セクタと見なすものであり、第2の技法は、ディスク上の予備域から元の位置へユーザ・データを移すものであり、第3の技法は、将来書き込み動作ができるように、再利用セクタをユーザ域として復元するものである。

【0032】新しく再利用されるセクタを、追加の予備セクタとして定義すると、ユーザ・データを移動する必要がなくなり、時間が節約される。この方法は、高度のデータ安全性を必要とする応用例にも適合する。

【0033】予備域からユーザ域にデータを戻すには、ユーザ・データとSDLセクタ情報の操作が必要である。しかし、この技法は、高性能を必要とする応用例に好都合である。というのは、これを行うと、データが、元々それを記憶させるはずであった元の位置で見つかる

ようになるからである。

【0034】第3の方法、すなわち将来書き込み動作ができるように元のセクタをユーザ域として復元するには、モード選択(Mode Select)コマンドを使ってドライブに"清掃後処理(Post Cleaning Processing)"ビットを送る必要がある。ドライブ・コントローラは、後続の書き込み動作の際に、前に宣言された欠陥セクタを使用する。成功の場合、ドライブ・コントローラは、そのセクタを欠陥セクタ・リストから取り出し、このセクタに割り当てられた予備セクタを解放する。書き込みが不成功の場合、ドライブは、前に割り当てられた予備セクタの使用を継続し、SDLセクタは、後続の書き込み動作の際にその欠陥セクタの再利用の試みを迂回するようにマークされる。この方法は、ファイルが頻繁に更新される応用例に好都合である。

【0035】図1に示したシステムに関して、関連コントローラ10がバス12に接続された複数のドライブを設けることができる。接続される各ドライブは、図6に示すように、欠陥閾値を提供するように初期設定される。ステップ100で、ホストが、欠陥閾値をセットするために、装置に対してモード選択コマンドを発行する。ステップ101で、システム上の装置がすべて閾値をセットされたかどうか照会を行ない、すべてがセットされていない場合は、システム内のすべての装置がセットされるまで、ステップ100を繰り返す。

【0036】図7は、新しいディスクのための元のフォーマット処理で使用する表面分析手順を示す図である。ステップ110で、フォーマット・コマンドをホストから受け取り、ステップ111で、変数mをディスク1面あたりのセクタ数にセットする。ステップ112で、あるディスク面上のすべてのセクタを消去し、ステップ113で、すべてのセクタを特定のパターンで書き込む。ステップ114で、変数nを0にセットし、ステップ115で、セクタnを、この場合にはセクタ0を読み取る。ステップ116で、セクタn、この場合にはセクタ0に書き込まれたパターン・データが正しく読み取られたかどうか照会を行う。正しく読み取られた場合には、ステップ117で、変数nをn+1にセットし、ステップ118で、すべてのセクタが読み取られたかどうか照会を行う。すべて読み取られていない場合は、次のセクタに欠陥が含まれるかどうか判定するためにステップ115に戻って次のセクタを読み取る。ステップ116で欠陥セクタが発見された時は、ステップ119でそのセクタのアドレスをRAMに記憶してから、戻って次のセクタを検査する。すべてのセクタに書き込まれたパターンの検査を終えると、表面分析が完了する。

【0037】新しいディスクを準備するための次のステップは、図8に示すディスク管理域(DMA)の書き込みである。ステップ120で、DMA1域を消去し、ステップ121で、DDSセクタを書き込む。次に、ステッ

ブ116で決定されステップ119で記憶された欠陥セクタのアドレスを、ステップ122でRAMから読み出し、ステップ123でPDL域に書き込む。ステップ124でDMAデータを検査し、その後、DMA域2、3および4について、ステップ120~124を繰り返す。

【0038】図9は、予備セクタに対する欠陥セクタ数の比率を決定する手順を示す図である。ステップ130で、カートリッジをドライブに挿入し、ステップ131で、DMAデータをRAMにロードする。ステップ132で、2次欠陥リスト(SDL)内のエラー・カウントについて検査を行い、ステップ132Aで、そのカウントにPDL内の欠陥セクタの数を加える。ステップ133で、そのカウントを、その特定のディスク上で使用可能な予備セクタの総数で割る。予備セクタの総数は、たとえば2048である。ステップ134で、この計算の結果をRAMに記憶する。

【0039】図10は、欠陥セクタを検出する手順を示す図である。ステップ140で、書き込みコマンドを受け取ったと判定された場合、ステップ141でセクタを書き込み、ステップ142で検査する。そのセクタがデータ書き込みの品質要件を満たす場合には、戻って、次の読取りコマンドまたは書き込みコマンドを待つ。しかし、ステップ143で品質閾値を満たさない場合は、ステップ144に分岐して、そのデータを予備域に書き込む。その後、ステップ145で2次欠陥リスト(SDL)を更新し、ステップ146で欠陥セクタの比率を更新する。欠陥セクタの比率が許容可能な閾値をこの時点で超えているかどうか照会を行う。超えていない場合には、戻って、次の読取りコマンドまたは書き込みコマンドを待つ。閾値を超えた場合は、図11に示す手順に分岐して、ディスク清掃処理を開始するよう通知する。

【0040】ステップ143で、セクタ書き込みの後に、書き込まれたセクタがそのシステムの品質要件を満たすか否かを判定する必要があることに留意されたい。品質閾値は、あるセクタを欠陥であると宣言する前にそのセクタ内で許容される欠陥の数に応じて決まる。許容される欠陥の数は、そのシステムのエラー訂正コード能力に応じて決まる。一般に、書き込みコマンドの品質要件は、読取りコマンドの場合よりも高い水準に設定される。すなわち、書き込み時に許容される欠陥は、読取り時のそれよりも少ない。

【0041】ステップ140で、書き込みコマンドを受け取っていないと判定された場合、ステップ148で、そのコマンドが読取りコマンドであるかどうか判定する。そうである場合は、ステップ149でそのセクタを読み取り、ステップ143で、そのセクタが読取りコマンドの品質閾値を満たすかどうか判定する。一般的に、この要件は、書き込みコマンドの要件よりも寛容である。品質要件を超えている場合は、そのデータを予備域に割振り

し直し、SDLリストを更新する。その後、欠陥セクタ比率を更新し、その比率を閾値と比較して、欠陥セクタの数が許容最大値を超えたかどうか判定する。限度内にある場合は、分岐して次の命令を受け取るが、欠陥セクタ閾値を超えた場合は、図11に示す手順に分岐して、ディスク清掃処理を開始するよう通知する。

【0042】図11で、ステップ150で、閾値を超えた旨のエラー・メッセージをホストに通知し、ステップ151で、ホストが清掃処理のスケジューリングを行う。ステップ152で、清掃処理を求める要求を発行する。この清掃処理は、操作員が手動でディスクを清掃することによって、すなわちディスクをドライブから取り出し、清掃ステーションに置くことによって実施できる。そのディスク・ドライブが清掃ステーションを含むライブラリの一部である場合は、この処理を自動的に行うことができる。いずれにせよ、ステップ153でディスクを清掃し、ステップ154でディスクをドライブに再挿入した後に、図12に示すセクタ再利用処理に分岐する。

【0043】ステップ160で、ホストが、再利用(reclamation)ビットを活動状態にしたフォーマット・コマンドをドライブに送る。一次欠陥リスト(PDL)内と2次欠陥リスト(SDL)内の欠陥データがRAMに存在しない場合は、ステップ161で、この欠陥データをRAMに移す。ステップ162で、次の欠陥セクタ、この場合にはPDL内の最初の欠陥セクタ、トラックT、セクタSを読み取り、欠陥セクタが見つかった場合、ステップ164で、変数NをT+1にセットする。後続のステップで、トラックTに隣接し、セクタがSのアドレスがSDL内に存在するかどうか判定する。これを行うために、ステップ165で、アドレスN、SがSDL内に存在するかどうか判定する。そのアドレスがSDL内に存在する場合は、ステップ166で、そのアドレスを再利用可能なセクタとして除去する。ステップ167で、変数NをN+1にセットし、すべての隣接欠陥セクタが再利用可能として除去されるまで、この処理を繰り返す。

【0044】ステップ165での判定が否の(アドレスN、SがSDL内にない)場合は、ステップ168に分岐して、変数NをT-1にセットする。ステップ169で、SDLを検査して、アドレスN、SがSDL内にあるかどうか調べる。存在する場合は、ステップ170で、そのアドレスを再利用可能として除去する。ステップ171で、NをN-1にセットし、この処理を繰り返す。SDL内で見つかったすべての隣接欠陥セクタが最終的に除去され、分岐してステップ162に戻り、PDL内の次の欠陥セクタの位置を決定し、SDLがその次のPDLセクタに隣接するセクタを有するかどうか判定する。

【0045】最終的には、ステップ163でPDLリス

トの末尾に達したことが判ると、ステップ180に分歧して、RAM内にある修正済みのSDLリスト内に残っているセクタを確認する。セクタがない場合は、再利用可能なセクタが見つからなかったため、処理を終了する。修正済みのSDLリスト内に1つまたは複数のセクタが残っている場合は、これらのセクタは、潜在的な再利用可能セクタとして識別されている。ステップ181で、最初のセクタを表面分析する。これは、あるパターンをそのセクタに書き込んだ後にそれを読み取って、そのセクタが現在は良好であるかどうか判定することによって行う。ステップ182で、そのセクタが良好であることが判った場合、ステップ183で、そのセクタを再利用可能セクタのリストに入れ、修正済みのSDLリストを検査して、分析すべき次のセクタを見つける。ステップ182でそのセクタがいまだに欠陥を有することが判った場合は、そのセクタをSDLリスト内に残し、分析すべき次のセクタを識別する。この処理を繰り返す。

【0046】ステップ180で修正済みのSDLリストの末尾に達したことが判った時は、ステップ184で、再利用可能セクタのリストを検査する。識別されたセクタがない場合は、処理を終了する。そうでない場合は、図13に分歧して、識別された再利用可能セクタを、選択したオプションに従って再利用する。

【0047】図13のオプション1では、ステップ190で、再利用可能と宣言されたセクタを、欠陥セクタ置換アルゴリズムで使用できるようにするために、SDLから削除して予備セクタ・リストまたは予備セクタ域に追加する。

【0048】オプション2を選択した場合、ステップ191で、データを、指定された予備セクタから移動し、新しく識別された再利用可能セクタに書き込む。この書き込み動作に成功した場合は、ステップ192で、SDLテーブルを更新し、再利用されるセクタに以前に割り振られていた予備セクタを、予備セクタとして使用可能にする。不成功の場合は、SDLは変更されない。

【0049】オプション3を選択した場合は、ステップ193で、ホストが、モード選択コマンドを使ってドライブに清掃後(post clean)ビットを送る。これによって、セクタが再利用可能とマークされる。ドライブ・コントローラは、ステップ194で、後続の書き込み動作の際に、新しく再利用されるセクタを使用して、割り当てられた予備セクタ内のデータを更新する。この書き込み動作に成功した場合は、ステップ195で、そのセクタをSDLから取り出し、以前にそのセクタに割り当てられていた予備セクタを解放する。不成功の場合は、ステップ196で、更新されたデータを割り当てられた予備セクタに書き込み、再利用(reclaim)ビットをオフにする。SDLは変更されない。

【0050】光ディスク上のセクタの総数が比較的小さい場合は、実用上、PDLを検査し、PDL内のセクタ

に隣接するSDLセクタを除去する必要があることがある。このような場合は、図12のステップ161でSDLをRAMに移した後に、ステップ180に直接に分歧して、SDL内のすべてのセクタを表面分析することができる。

【0051】本発明は、追記型ディスクで、予備セクタが過剰に消費されている旨をユーザに警告するのに使用することもできる。この状況は、ディスクが使用中に座にまみれ、ユーザ域と予備域内のセクタが汚染された場合に発生し得る。追記型ディスクの場合、欠陥区域の再利用は不可能であるが、過剰なセクタ使用を避けるためにディスクを清掃するようユーザに警告することは望ましい。これは、図6、図9、図10、図11に示された手順のみを使用して実施される。明らかに、図7および図8の表面分析手順は追記型ディスクには適用されず、図12および図13の再利用手順も同様である。

【0052】図6で、モード選択コマンドを使用して、追記型ディスクに対する所望の閾値をセットする。この閾値は、書き換え可能型ディスクに対してセットされる所望の閾値と大きく異なる可能性がある。というのは、追記型ディスクのセクタは、書き込みの後に再利用することが不可能だからである。

【0053】図9で、ステップ133で、欠陥セクタの数を予備セクタの総数で割り、ステップ134で、その結果を記憶する。追記型ディスクでは、別々のPDLリストとSDLリストが存在しないので、ステップ132とステップ132Aを実行する必要はない。

【0054】図10で、予備セクタと欠陥セクタを関連づける手順は、SDLが存在しないのでステップ145をスキップする点を除いて、図示の手順と同一である。ステップ147で、欠陥セクタの比率が所望の閾値を超えることが判った時は、図11に分歧して、ディスクの清掃処理を要求する。清掃の後には、予備セクタの過剰な使用がなくなる可能性がある。追記型ディスクでは欠陥セクタが再利用できないので、この処理は図11で終了する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を利用する、光ディスク・ドライブ用の典型的なシステム接続コントローラのブロック図である。

【図2】典型的な光ディスクを示す図である。

【図3】トラックとセクタを含む、図2の光ディスクの概略図である。

【図4】欠陥の例を含む、トラックとセクタの概略配置図である。

【図5】欠陥の例を含む、トラックとセクタの概略配置図である。

【図6】その値を下回ると、残りの未使用の予備セクタの数が少ないとの指示が出る、閾値をセットする手順を示す図である。

【図7】フォーマット動作中に欠陥セクタを識別する、表面分析手順を示す図である。

【図8】初期ディスク・フォーマット時に欠陥セクタのリストをセットアップする手順を示す図である。

【図9】図6の手順に見られる閾値に対する欠陥セクタの比率を決定する手順を示す図である。

【図10】光ディスクの使用中に欠陥セクタを決定する手順を示す図である。

【図11】欠陥セクタの数が閾値を超えた場合の清掃処理を示す図である。

【図12】図11の清掃処理の後に、以前に欠陥のあったセクタが再使用可能になったかどうか判定する手順を示す図である。

【図13】再使用可能と識別されたセクタの再利用の3つのオプションを示す図である。

【符号の説明】

10 コントローラ

* 11 ホスト・プロセッサ

12 バス

13 目標インターフェース論理ブロック

14 光ディスク・コントローラ

15 マイクロプロセッサ

16 読取り専用メモリ (ROM)

17 ランダム・アクセス・メモリ (RAM)

18 ラン・レンジス・リミテッド (RLI) 回路

19 バッファ

20 エラー訂正コード (ECC) 論理回路

23 光ディスク・ドライブ

24 光ディスク

25 ドライブ・インターフェース

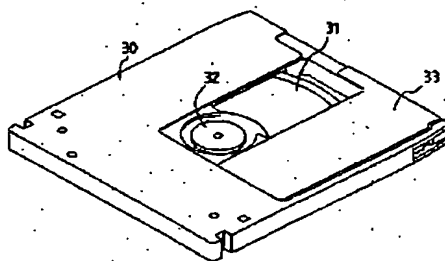
30 カートリッジ

31 光ディスク

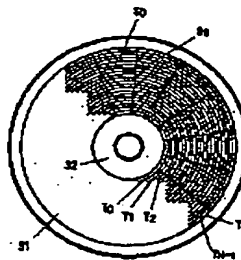
32 ハブ

* 33 シャッタ・ドア

【図2】



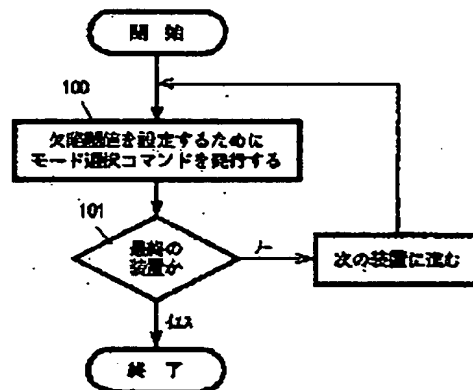
【図3】



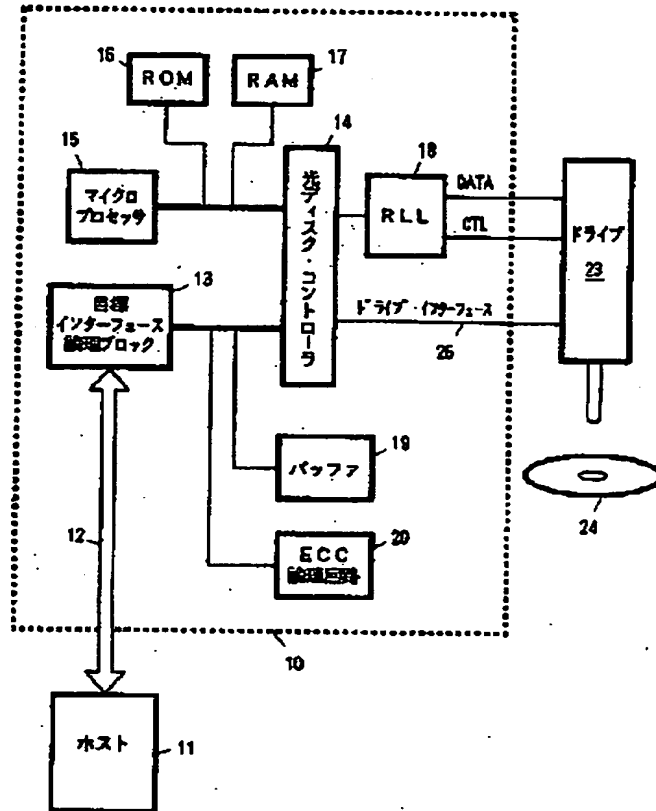
【図4】

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| | 40 | 41 | | |
| T0 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| T1 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| T2 | S0 | S1 | S2 | S3 |
| T3 | S0 | S1 | S2 | S3 |

【図6】



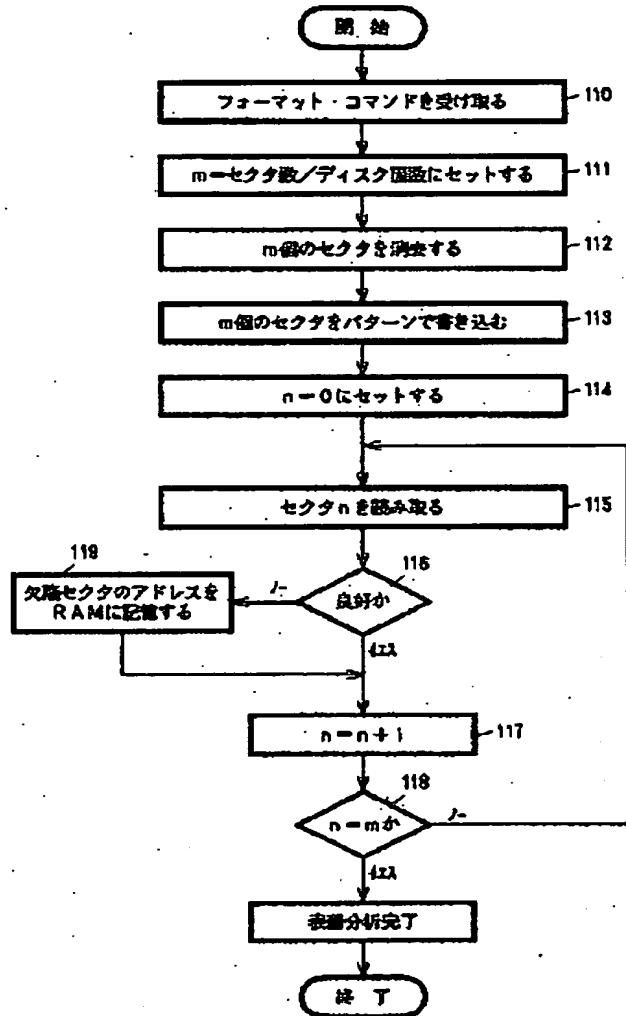
【図1】



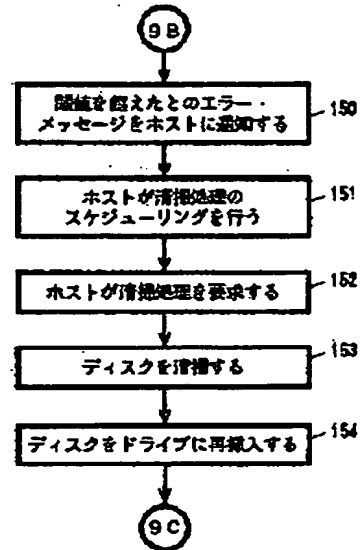
【図5】

| | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|
| | | | 40 | 41 | |
| T0 | S0 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| T1 | S0 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| T2 | S0 | S1 | S2 | S3 | S4 |
| T3 | S0 | S1 | S2 | S3 | S4 |

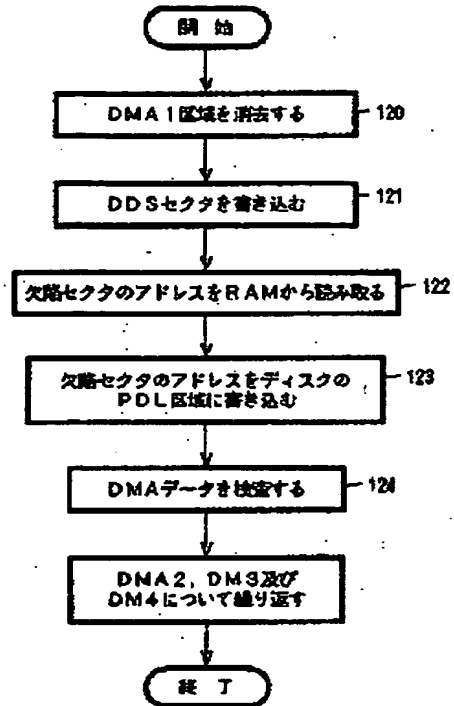
〔図7〕



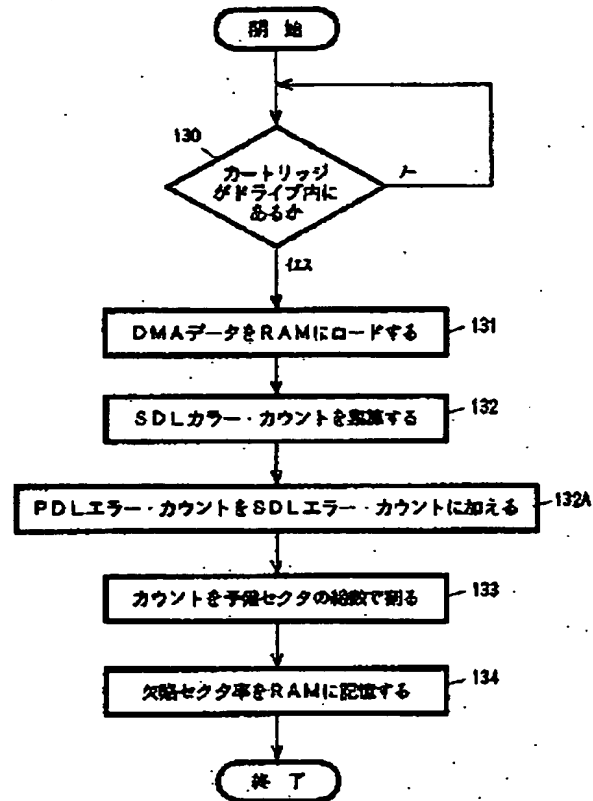
〔図11〕



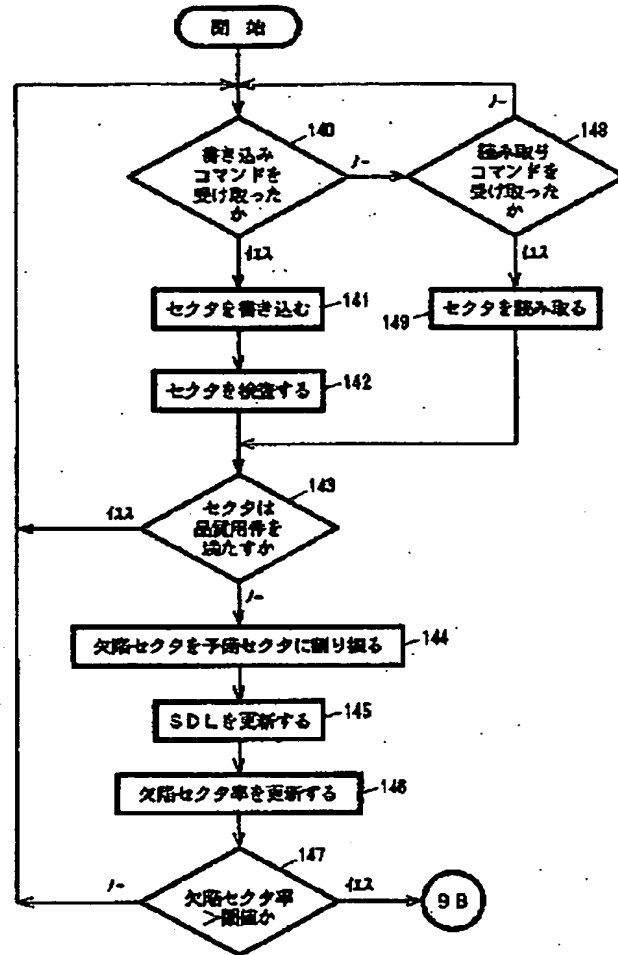
〔図8〕



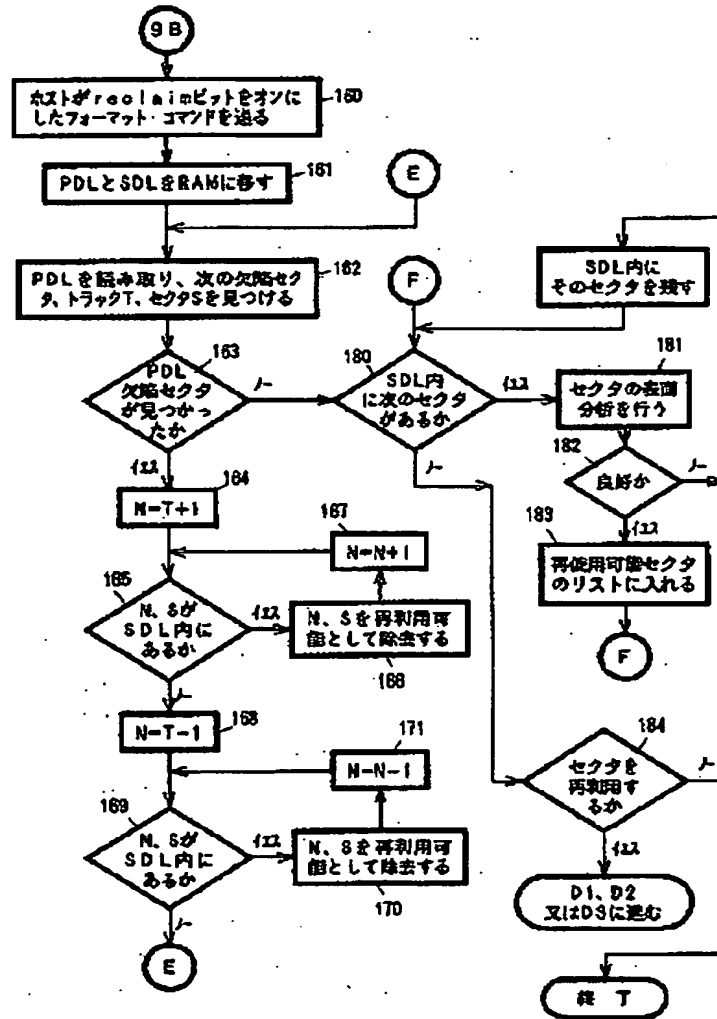
〔図9〕



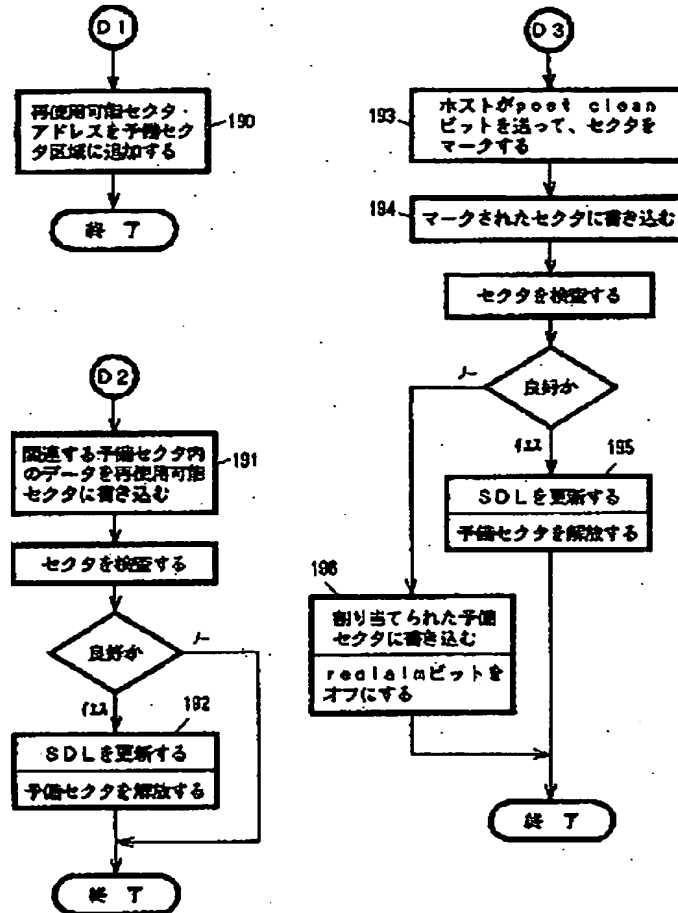
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 ロドニー・ジェローム・ミーンズ
アメリカ合衆国85715、アリゾナ州トゥー
ソン、イースト・カレ・セルカ 6988番地